

Analysis of the Effectiveness of a Wastewater Treatment Plant on Exposure to Temperature and Heavy Metal Lead (Pb) in the Waters Around the Muara Jawa Steam Power Plant (PLTU)

Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah terhadap Paparan Suhu dan Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Sekitar Pembangkit Listrik Tenaga uap (PLTU) Muara Jawa

Nurhasanah¹⁾, Blego Sedionoto²⁾, Ismail Fahmy Almadi³⁾

¹⁾Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman

²⁾Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman

³⁾Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman Korespondensi: (e-mail) E-Mail : nr25hasanah@gmail.com¹⁾

ABSTRACT

Background & Objective: PT Indo Ridlatama Power is a steam power plant company that produces wastewater, which is discharged into the surrounding waters after wastewater treatment is carried out first to prevent environmental pollution due to the contents contained in wastewater, such as the heavy metal Pb, which can have an adverse effect on the environment. **Method:** This study analyzed the quality of PLTU wastewater against heavy metal contamination (Pb) and hot temperatures to determine the effectiveness of the PLTU WWTP. The research method used is quantitative with an analytic-descriptive approach. Heavy metals were analyzed using an atomic absorption spectrophotometer (AAS). **Result:** The study results showed that at 5 inlet and outlet sample points at 3 repetitions, heavy metal levels of Pb 0.0172 mg/L were obtained, pH test results ranged from 7.24–7.35, temperature ranged from 35–37 °C, TSS test results ranged from 21–36 mg/L, and the effectiveness of WWTP was relatively effective in reducing TSS levels in wastewater. **Conclusion:** Based on this research, the parameters of the heavy metal Pb, temperature, pH, and TSS at the inlet and outlet meet the quality standards for disposal into water bodies. Suggestions for further research include the need for an assessment related to the impact caused by wastewater on the people who live around the PLTU.

Keywords : Waste Water, effectiveness of WWTP, Lead heavy Metal

ABSTRAK

Latar Belakang dan Tujuan : PT Indo Ridlatama Power adalah perusahaan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan batu bara sebagai salah satu bahan bakar untuk pengoprasian, pengoprasian untuk menghasilkan listrik ini juga menghasilkan air limbah dan dibuang ke perairan sekitar setelah dilakukan pengolahan air limbah terlebih dahulu untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan akibat kandungan-kandungan yang terdapat dalam air limbah seperti logam berat Pb yang dapat memberikan efek buruk bagi lingkungan. **Metode :** Penelitian ini menganalisis kualitas air limbah PLTU terhadap pencemaran logam berat Pb dan suhu panas untuk mengetahui efektivitas IPAL PLTU. Jenis penelitian ini adalah deskriptif analitik dengan pendekatan kuantitatif. Logam berat dianalisis menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). **Hasil Penelitian :** Hasil penelitian ini pada 5 titik sampel inlet dan outlet pada 3 kali pengulangan didapatkan kadar logam berat Pb <0,0172 mg/L, hasil uji pH didapatkan berkisar pada 7,24-7,35, suhu didapatkan berkisar 35-37°C, hasil uji TSS berkisar 21-36 mg/L dan efektivitas IPAL masih tergolong efektif dalam melakukan penurunan kadar TSS pada air limbah. **Kesimpulan :** Berdasarkan penelitian tersebut parameter logam berat Pb, suhu, pH dan TSS pada inlet dan outlet masih memenuhi standar baku mutu untuk dibuang ke badan air. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu adanya pengakajian terakait dampak yang diakibatkan oleh air limbah terhadap masyarakat yang tinggal sekitar PLTU.

Kata Kunci: Air Limbah, Efektivitas IPAL, Logam Berat Timbal (Pb)

1. PENDAHULUAN

Setiap industri selalu menghasilkan limbah berdasarkan setiap pekerjaan yang dilakukan.

Sistem pengolahan limbah pada suatu industri sangat perlu diperhatikan lantaran jika pengolahan limbah dilakukan sesuai dengan aturan maka bisa menyebabkan pengaruh negatif dan berdampak pada Kesehatan lingkungan maupun manusia. Limbah yang dihasilkan oleh sebuah industri sudah pasti mengandung senyawa-senyawa kimia salah satunya logam berat dan logam berat adalah salah satu indikator yang dapat menyebabkan pencemaran pada sungai (Putra, 2019).

Air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis industrinya. Limbah beracun yang dihasilkan industri antara lain dapat berupa logam berat. Beberapa jenis industri yang banyak mengandung logam berat adalah industri yang berhubungan dengan pekerjaan permesinan, metalurgi, pelapisan logam, cat, kulit, serta industri pertambangan. Salah satu logam berat serta senyawa beracun yang sering dijumpai di dalam air limbah industri adalah Timbal (Pb).

Berdasarkan penelitian oleh (Robi et al., 2021) pada perairan yang berada disekitar PLTU Kalimantan Barat ditemukan adanya kandungan timbal (Pb) pada stasiun 1 yaitu sebesar 0.0031 mg/l letak stasiun 1 berada pada nagian depan PLTU dan berasal dari buangan limbah PLTU. Faktor lain yang menyebabkan adanya kadar timbal (Pb) pada perairan tersebut karena adanya aktivitas lalu lintas kapal.

Pembuangan air limbah ke lingkungan juga perlu diperhatikan salah satunya dari suhu panas air limbah tersebut. Pemerintah telah mengatur hal tersebut didalam Keputusan Menteri Negara LH No. 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Suhu Limbah Ciar Untuk Kegiatan Industri dengan jenis baku mutu limbah cair yang akan dibuang ke lingkungan dengan suhu maksimum yang diperbolehkan adalah 38-40°C, dan Peraturan Menteri Negara LH No.08 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/ atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal dengan jenis baku mutu air limbah yang dibuang ke lingkungan dengan batas suhu maksimum yang diperbolehkan adalah 40°C.

PT Indo Ridlatama Power merupakan perusahaan penyedia tenaga listrik swasta berdasarkan skema BOO (Membangun, Mengoperasikan, dan Memiliki) untuk membangun pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Mulut Tambang dengan kapasitas 2 x 27,5 MW yang berlokasi di Kecamatan Muara Jawa, kabupaten Kutai Kartanegara – Provinsi Kalimantan Timur- Indonesia. Perusahaan ini adalah salah satu perusahaan yang menggunakan batu bara sebagai sumber bahan bakar untuk memanaskan air.

Perusahaan ini membuang air limbah hasil dari proses pekerjaannya ke sungai tetapi sebelum dibuang langsung ke sungai dilakukan tahapan pengolahan terlebih dahulu yang artinya air limbah yang dibuang langsung ke sungai tetap saja memiliki potensi adanya kandungan logam berat timbal didalamnya serta memiliki dampak bagi lingkungan sekitar perusahaan tersebut. Air limbah yang dibuang ke sungai merupakan air limbah yang berasal dari air pendingin kondensor, air blowdown boiler, air stockpile.

Berdasarkan laporan hasil uji yang telah dilakukan pihak PLTU pada Agustus 2022 ditemukan kandungan timbal pada air yang berasal dari hulu sungai, inlet sungai, outlet sungai dan hilir yang artinya kandungan timbal sudah ada pada sumber air yang digunakan untuk proses pemanasan air pada PLTU. Jumlah kandungan timbal pada air limbah baik pada inlet dan outlet adalah <0,02 mg/L yang artinya tidak ada perubahan jumlah kandungan baik sebelum digunakan ataupun sesudah digunakan dan nilai tersebut sesuai dengan standar baku mutu SNI : 6989.84-2019.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di IPAL *inlet* dan *outlet* dari Pembangkit Listrik Teng UAP (PLTU) Muara Jawa

2.2 *Objek dan Sampel*

Objek penelitian ini adalah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada PLTU Muara Jawa dan Titik sampel dalam penelitian berjumlah 5 titik antara lain titik pertama (aliran air sungai sekitar dermaga tongkang batu bara sebelum masuk ke dalam IPAL (inlet)), titik kedua (aliran sungai sebelum masuk IPAL (inlet)), ketiga (aliran air limbah sebelum bercampur dengan aliran sungai (outlet)), keempat (perairan penerima sebelum air limbah masuk ke badan air) dan kelima (perairan penerima sesudah air limbah masuk ke badan air).

2.3 *Jenis Penelitian*

Jenis penelitian yang digunakan merupakan penelitian deskriptif bersifat observasional dengan pendekatan secara kuantitatif yakni dengan melakukan pengamatan laboratorium untuk mengidentifikasi dan mendapatkan informasi tentang kandungan konsentrasi logam berat timbal (Pb).

2.4 *Pengumpulan Data*

Cara pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan observasi terhadap sauan pembuangan air limbah, selanjutnya wawancara dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada petugas penanggung jawab menangani terkait SPAL dan mencatat jawaban yang diberikan menggunakan daftar pertanyaan dari lembar wawancara, selanjutnya pengambilan sampel air limbah dari IPAL *inlet* dan *outlet*, selanjutnya sampel air limbah dibawa ke laboratorium untuk didapatkan data dari parameter yang diukur

2.5 *Analisis Data*

Analisis data yang dilakukan untuk penentuan kualitas inlet dan outlet akan dilakukan uji laboratorium dan hasil dari inlet dan outlet akan dibandingkan dengan Perda Provinsi Kaltim No. 02 Tahun 2011 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bagian Baku Mutu Air Limbah sebagai standar untuk parameter pH dan TSS serta Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup Lampiran VI terkait Baku Mutu Air Nasional untuk parameter logam berat Pb.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 *Logam Berat Timbal (Pb)*

Pengujian parameter logam berat Timbal (Pb) dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Samarinda dengan metode uji yaitu SNI 6989-84:2019. Adapun hasil pengujian Pb disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Timbal (Pb) pada *inlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)		Baku Mutu (mg/L) (PERDA KALTIM No 02. THN 2011)
	Inp	Ins	
Pengulangan 1	< 0,0172	< 0,0172	
Pengulangan 2	< 0,0172	< 0,0172	0,03
Pengulangan 3	< 0,0172	< 0,0172	

Tabel diatas menunjukkan hasil pengukuran Pb pada 2 titik yaitu inlet dari 3 kali pengulangan didapatkan hasil sebesar <0,0172 mg/L. Hasil pengujian Pb ini telah sesuai dengan standar baku mutu untuk badan air sungai kelas 2 menurut PP RI No. 22 tahun 2021.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Timbal (Pb) pada out/let
Hasil Uji (mg/L) Baku Mutu (mg/L)

Sampel	Hasil Uji (mg/L)			Baku Mutu (mg/L) (PERDA KALTIM No 02 THN 2011)
	Ot	Os1	Os2	
Pengulangan 1	< 0,0172	< 0,0172	< 0,0172	0,03
Pengulangan 2	< 0,0172	< 0,0172	< 0,0172	
Pengulangan 3	< 0,0172	< 0,0172	< 0,0172	

Tabel diatas menunjukkan hasil pengukuran Pb pada 3 titik yaitu outlet dari 3 kali pengulangan didapatkan hasil sebesar <0,0172 mg/L. Hasil pengujian Pb ini telah sesuai dengan standar baku mutu untuk badan air sungai kelas 2 menurut PP RI No. 22 tahun 2021.

3.2 Pengujian Parameter Fisik-Kimia Lainnya pada Inlet & Outlet

Pengujian terhadap parameter fisik dan kimia kualitas perairan pada parameter pH, suhu dan TSS :

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Parameter Fisika dan Kimia pada inlet

Parameter	Pengulangan						Baku Mutu
	Inp			Ins			
	1	2	3	1	2	3	
Kimia							
pH	7,44	7,34	7,36	7,17	7,23	7,32	6-9
Fisika							
Suhu (°C)	29	30	30	29	30	31	40
TSS (Mg/L)	19	24	22	52	80	36	300

Ket :

Inp : aliran sungai sebelum masuk IPAL (inlet)

Ins : aliran air sungai sekitar dermaga tongkang batu bara sebelum masuk ke dalam IPAL (inlet)

Berdasarkan hasil pengujian pH di laboratorium pada 3 sampel masih tergolong pH netral sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Perda Kaltim No.2 tahun 2011 yaitu sekitar 6-9. Nilai pH terendah pada titik sampel Inp ada pada pengulangan 2 dengan nilai 7,34 dan Ins pada pengulangan 1 dengan nilai 7,11 sedangkan tertinggi pada titik Inp pada pengulangan 3 dengan nilai 7,36 dan pada titik Ins pada pengulangan 3 dengan nilai 7,32.

Berdasarkan hasil pengujian suhu pada inlet di titik sampel Inp dan Ins pada 3 kali pengulangan didapatkan hasil yang tidak banyak perbedaan yang besar yaitu berkisar 29°C -31°C dan masih tergolong normal.

Berdasarkan hasil pengujian TSS pada inlet di 3 kali pengulangan didapatkan hasil TSS tertinggi ada pada titik sampel Ins di pengulangan 2 dengan hasil 80 mg/L sedangkan TSS terendah ada pada titik sampel Inp di pengulangan 1 dengan hasil 19 mg/L. Seluruh sampel di inlet masih tergolong rendah dan sesuai dengan standar baku mutu menurut Perda Kaltim No. 02 Tahun 2011.

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Parameter Fisika dan Kimia pada out/let

Parameter	Pengulangan									Baku Mutu
	Ot			Os1			Os2			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Kimia										
pH	7,35	7,24	7,34	7,45	7,51	7,51	7,48	7,48	7,54	6-9
Fisika										
Suhu (°C)	35	37	35	30	32	29	31	30	31	40
TSS	21	36	21	27	27	23	21	52	19	300

(Mg/L)

Ket :

Ot : aliran air limbah sebelum bercampur dengan aliran sungai (outlet)

Os1 : perairan penerima sebelum air limbah masuk ke badan air

Os2 : perairan penerima sesudah air limbah masuk ke badan air

Berdasarkan hasil pengujian pH di laboratorium pada 3 sampel masih tergolong pH netral sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Perda Kaltim No.2 tahun 2011 yaitu sekitar 6-9. Sampel air pada outlet didapatkan nilai terendah pada pengulangan 2 di titik sampel Os1 dengan nilai 7,24 dan tertinggi pada pengulangan 2 pada titik sampel Ot dengan nilai 7,51.

Berdasarkan hasil pengujian suhu pada inlet di titik sampel Inp dan Ins pada 3 kali pengulangan didapatkan hasil yang tidak banyak perbedaan yang besar yaitu berkisar 29 °C -37 °C dan masih tergolong normal.

Berdasarkan hasil pengujian TSS pada inlet di 3 kali pengulangan didapatkan hasil TSS tertinggi ada pada titik sampel Os2 di pengulangan 2 dengan hasil 52 mg/L sedangkan TSS terendah ada pada titik sampel Os2 di pengulangan 3 dengan hasil 19 mg/L. Seluruh sampel di inlet masih tergolong rendah dan sesuai dengan standar baku mutu menurut Perda Kaltim No. 02 Tahun 2011.

3.3 Analisis Efektivitas

Berdasarkan hasil uji parameter logam berat Pb, pH dan TSS didapatkan bahwa seluruh hasil sampel memiliki nilai dibawah ambang batas deteksi alat atau metode yang digunakan sehingga tidak perlu dilakukan adanya perhitungan efektivitas dari ketiga parameter tersebut.

4. PEMBAHASAN

4.1 Logam Berat Timbal (Pb)

Kadar timbal (Pb) disekitar PLTU disebabkan karena adanya perusahaan batu bara di bagian hulu PLTU yang mana air yang digunakan sebagai bahan produksi dan PLTU menggunakan batu bara sebagai salah satu bahan bakar untuk proses pemanasan (Abadi Kiswando et al., 2022). Tumpahan batu bara dari tongkang juga bisa menjadi salah satu faktor adanya kandungan timbal (Pb) dalam perairan sekitar PLTU (Warni et al., 2017a).

Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi kadar Pb dalam air adalah suhu air, senyawa logam berat Pb dapat larut di air pada suhu yang tinggi (Sukoasih et al., 2016). Arus dan pasang surut pada air juga menjadi salah satu faktor kadar logam berat Pb karena akibat adanya proses pasang surut dan arus air dapat menyebabkan perpindahan bahan pencemar logam berat Pb dari satu titik ke titik yang lainnya, sehingga kadar logam berat timbal dapat berubah-ubah baik bertambah ataupun berkurang (Sedionoto & Syamsir, 2023). Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi kadar logam berat Pb pada badan air adalah musim, saat terjadi musim penghujan maka jumlah debit air yang masuk akan bertambah sehingga toksisitas logam berat akan berkurang, sedangkan saat musim kemarau debit air akan berkurang karena telah terjadi proses penguapan akibat panasnya matahari dan terjadi pemekatan air laut, sehingga kadar Pb akan bertambah (Sedionoto et al., 2022). Keberadaan timbal di perairan dapat mengkontaminasi ekosistem perairan hingga terakumulasi pada biota air (Zahroh et al., 2019).

4.2 Pengujian Parameter Fisika-Kimia Lainnya pada Inlet & Outlet

Hasil uji pada parameter pH didapatkan hasil yang bervariasi dan yang tertinggi ada pada titik Inp atau inlet sungai yang mana pada titik tersebut didapatkan bahwa ada industri batu bara yang lokasinya dekat dengan titik sampel yang artinya semakin dekat titik sampel dengan suatu industri maka pH air pada titik tersebut akan semakin tinggi (Iriyanti, 2017). Hal ini hampir sama dengan hasil yang didapatkan oleh pihak PLTU Muara Jawa pada saat melakukan pengujian laboratorium pada Agustus 2022 yang mana hasil yang didapatkan yaitu pada titik inlet yaitu 6,75 dan pada titik outlet yaitu 6,85 (Sumber data sekunder). Air limbah dan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang langsung ke perairan akan mempengaruhi nilai pH air yang pada akhirnya dapat mengganggu kehidupan organisme didalam air dan dapat menurunkan kualitas air

sungai tersebut (Rani & Afdal, 2021). pH pada perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain oleh suhu, salinitas, aktivitas fotosintesis, respirasi serta proses bio-degradasi bahan organik (Zahroh et al., 2019).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil pengukuran suhu pada 5 titik sampel dan dilakukan 3 kali pengulangan. Pada inlet didapatkan suhu terendah pada titik sampel Inp di pengulangan 1 yaitu dengan suhu 29°C dan tertinggi pada titik sampel Ins di pengulangan 3 dengan suhu 31°C. Pada outlet suhu terendah didapatkan pada titik sampel Os di pengulangan 1 dan 2 dengan nilai suhu 30°C dan tertinggi pada titik sampel Ot pada pengulangan 2 dengan nilai suhu 37°C. Hal ini hampir sama dengan hasil yang didapatkan oleh pihak PLTU Muara Jawa pada saat melakukan pengujian laboratorium pada Agustus 2022 yang mana hasil yang didapatkan yaitu berkisar pada 30-33°C (Sumber data sekunder).

Air sungai yang posisinya lebih jauh dengan titik outlet atau pada titik sampel air limbah setelah bercampur dengan air sungai maka suhunya akan lebih rendah, karena terjadi pencampuran antara air limbah dengan air sungai (Bani et al., 2020). Perbedaan suhu yang didapatkan juga terjadi karena adanya pasang surut yang terjadi yang mana pada saat air bergerak dari hulu ke hilir yang artinya air sedang dalam masa surut dan begitu juga sebaliknya saat air bergerak dari hilir ke hulu terjadi proses pasang air yang mana pada saat ini air laut masuk kedalam sungai (Mulyarto et al., 2023).

Hasil uji pada parameter TSS pada titik sampel inlet didapatkan nilai tertinggi ada pada titik sampel Ins di pengulangan 2 dengan hasil 80 mg/L sedangkan TSS terendah ada pada titik sampel Inp di pengulangan 1 dengan hasil 19 mg/L. Pada titik sampel outlet hasil TSS tertinggi ada pada titik sampel Os2 di pengulangan 2 dengan hasil 52 mg/L sedangkan TSS terendah ada pada titik sampel Os2 di pengulangan 3 dengan hasil 19 mg/L. Hal ini hampir sama dengan hasil yang didapatkan oleh pihak PLTU Muara Jawa pada saat melakukan pengujian laboratorium pada Agustus 2022 yang mana hasil yang didapatkan yaitu berkisar 3-4 Mg/L.

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/ Atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal TSS pada inlet dan outlet PLTU masih normal atau dibawah standar baku mutu yaitu 200 mg/L dan menurut PERDA Kaltim No 02 tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air jumlah TSS pada air limbah PLTU Muara Jawa masih berada dibawah standar baku mutu yaitu 300 mg/L (Sumber data sekunder).

Hasil TSS yang didapatkan berbeda beda pada setiap titik salah satu faktor yang menyebabkan hal itu karena pengaruh musim seperti musim penghujan sehingga pengaruh air tawar yang masuk sangat besar (Aisyah et al., 2022). Tingginya nilai TSS pada titik sampel Ins diakibatkan karena pada titik sampel tersebut adanya aktivitas perpindahan batu bara dari tongkang batu bara ke dermaga batu bara PLTU Muara Jawa sehingga ada saja partikel-partikel yang jatuh saat proses itu terjadi (Yanti, 2017).

4.3 Analisis Efektivitas

Perhitungan efektivitas pada IPAL PLTU Muara Jawa tidak dapat dilakukan karena hasil dari penelitian pada parameter logam berat Pb tidak terdeteksi oleh alat dan nilai pada parameter TSS masih dibawah standar baku mutu. Dilihat dari hasil uji laboratorium hasil TSS air yang masuk (inlet) dan pada hasil TSS pada air yang keluar (outlet) mengalami perbedaan yang mana pada jumlah TSS pada inlet lebih besar dari pada outlet yang artinya terjadi penurunan jumlah TSS setelah dilakukannya pengolahan air, hal ini terjadi juga pada penelitian (Romadhonah & Arif, 2021) didapatkan kadar logam berat yang jumlahnya masih dibawah standar baku mutu dan tidak memiliki angka yang pasti dan kadar TSS yang masih dibawah standar baku mutu. Efektivitas IPAL pada PLTU Muara Jawa dapat dikatakan tergolong efektif karena terjadi perbedaan kadar TSS pada air yang masuk (inlet) dan air yang keluar (outlet) atau setelah terjadinya pemrosesan pada IPAL.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa hasil analisis logam berat Pb pada titik inlet dan outlet pada tiga kali pengulangan pengambilan sampel didapatkan hasil bahwa jumlah kandungan masih ada dibawah standar baku mutu yaitu $<0,0172$ mg/L. Hasil analisis pada parameter suhu di IPAL PLTU pada tiga kali pengulangan pengambilan sampel didapatkan hasil bahwa nilai pada parameter suhu masih ada dibawah standar baku mutu yaitu $35-37^{\circ}\text{C}$. Hasil analisis pada parameter pH di IPAL PLTU pada tiga kali pengulangan pengambilan sampel pada pengujian laboratorium dengan nilai $7,24-7,35$ yang mana nilai tersebut masih dibawah standar baku mutu. Hasil analisis pada parameter TSS di IPAL PLTU pada tiga kali pengulangan pengambilan sampel didapatkan hasil bahwa nilai pada parameter TSS masih dibawah standar baku mutu yaitu sekitar $21-36$ mg/L.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapat maka disarankan beberapa hal yaitu Mengadakan penelitian lebih lanjut terkait logam berat timbal yang berada sekitar perairan PLTU akibat aktivitas batu bara sekitar PLTU, dikarenakan perairan sekitar PLTU digunakan sebagai salah satu komponen penting terkait proses yang ada di PLTU. Mengadakan penelitian lebih lanjut terkait logam berat pada sedimen yang berada pada sekitar kawasan batu bara karena logam berat memiliki potensi untuk mengendap dalam lapisan sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi Kiswandono, A., Ilham Prasetyo, S., Rahmawati, A., & Risgiyanto, A. (2022). Analisis Logam Berat Cd, Fe DAN Pb Pada Air Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan Secara Spektrofotometer Serapan Atom. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(01). <https://dx.doi.org/10.23960%2Faec.v7i1.2022.p68-79>
- Aisyah, S., Ibrahim, A., & Triyanto, T. (2022). Analisis Karakteristik Fisika Kimia Sedimen Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Pesisir Cilandak, Jawa Barat. *Jurnal Akuatiklestari*, 5(2), 73–79. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v5i2.4290>
- Bani, M., Utama1, P., Handoyo, G., Setiyono, H., Haryo Ismunarti, D., Anugroho, A., & Suryoputro, D. (2020). Analisa Sebaran Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Citra Landsat-8 TIRS di Sekitar Outfall PLTU Tarahan Lampung Selatan. In *Indonesian Journal of Oceanography*. <http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijoice/Diterima/>
- Iriyanti, A. R. (2017). Evaluasi Kualitas Air Di Perairan Sekitas PLTU Paiton berdasarkan Diversitas Fitoplankton Sebagai Biondikator.
- Mulyarto, N., Rochaddi, B., & Ismanto, A. (2023). Analisis Sebaran Suhu Permukaan Laut di Perairan PLTU Tanjung Jati, Jepara (Skenario: Kerusakan Pada Water Treatment). In *Indonesian Journal of Oceanography (Vol. 01)*. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijoceDiterima/>
- Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, (2011).
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2009 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga termal
- Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pencemaran Air
- Rani, D., & Afdal, A. (2021). Identifikasi Pencemaran Air Sungai Batanghari Di Kecamatan Sitiung Kabupaten Dharmasraya Berdasarkan Tinjauan Fisik dan Kimia. *Jurnal Fisika Unand*, 9(4), 510–516. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.4.510-516.2020>
- Regency, B., Robi, W. K., Aritonang, A. B., Sari, M., & Sofiana, J. (2021). Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Samudera Indah Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat Heavy Metals Contents of Pb, Cd and Hg in the Water and Sediment in Samudra Indah Water. In *Jurnal Laut Khatulistiwa (Vol. 4, Issue 1)*.

- Sedionoto, B., Ningsih, R., Ramdhan, I. M., AB, I., Rahayu, D. E., & Hadi, S. (2022). *Manajemen Risiko Kesehatan Masyarakat Pada Pencemaran Logam Berat Hasil Perikanan* (T. Hidayati, Ed.). CV. Pena Persada.
- Sedionoto, B., & Syamsir. (2023). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kegiatan Pertambangan Dan Industri Di Kawasan Deforestasi Tropika Lembab*. Deepublish.
- Sukoasih, A., Widiyanto, T., Kesehatan Lingkungan, J., Kesehatan Kemenkes Semarang, P., Baturaden, J. K., & Abstrak, I. (2016). Hubungan Antara Suhu, pH DAN Berbagai Variasi Jarak Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Badan Air Sungai Rompong Dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016.
- Warni, D., Karina, S., Nurfadillah, N., Studi Ilmu Kelautan, P., Kelautan dan Perikanan, F., Syiah Kuala, U., Studi Budidaya Perairan, P., Syiah Kuala Darussalam, U., & Aceh, B. (2017). ANALISIS LOGAM Pb, Mn, Cu, dan Cd PADA SEDIMEN DI PELABUHAN JETTY MEULABOH, ACEH BARAT Analysis of Heavy Metal Pb, Mn, Cu and Cd on Sediment at Jetty Port Meulaboh, Aceh Barat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2(2), 246–253.
- Yanti, F. (2017). Indeks Kualitas Perairan Sungai Teluk Desa Teluk Kecamatan Lingga Utara Kabupaten Lingga Provinsi Kepulauan Riau.
- Zahroh, A., Riani, E., & Anwar, S. (2019). Analysis of Water Quality for Green Mussel Cultivation in Cirebon Regency, West Java. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(1), 86–91. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.1.86-91>